

ZF FRIEDRICHSHAFEN AG
Friedrichshafen

Akte 8765 Z
2003-10-16

1

Getriebevorrichtung und Verfahren zum Steuern und Regeln
einer Getriebevorrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine Getriebevorrichtung gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art, ein Verfahren zum Steuern und Regeln einer Getriebevorrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 13 sowie einen Antriebsstrang eines Fahrzeugs
10 gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 17 näher definierten Art.

Bei aus der Praxis bekannten Fahrzeugen sind zwischen einem Antriebsaggregat und einem Abtrieb Getriebevorrichtungen angeordnet, um verschiedene Betriebsbereiche, wie eine Vorwärtsfahrt, eine Rückwärtsfahrt sowie einen Schub- und Zugbetrieb, darstellen zu können. Dabei wird das Antriebsmoment der Antriebsmaschine bei frontgetriebenen Fahrzeugen auf die Vorderachse, bei heckgetriebenen Fahrzeugen auf die Hinterachse und bei allradgetriebenen Fahrzeugen mit verschiedenen und fest eingestellten Verteilungsgraden auf zwei oder auch mehrere angetriebene Fahrzeugachsen eines Allradfahrzeuges geführt.

25 Bei diesen Fahrzeugen ist zwischen der Antriebsmaschine und den antreibbaren Fahrzeugachsen ein Hauptgetriebe angeordnet, mittels welchem verschiedene Übersetzungen darstellbar sind. Dadurch wird der Art und Weise, wie eine als Verbrennungsmotor ausgeführte Antriebsmaschine sein Drehmoment bzw. seine Leistung über der Drehzahl entfaltet, Rechnung getragen. Derartige Hauptgetriebe sind als Schaltgetriebe, Stufenautomatgetriebe oder auch stufenlose Automatgetriebe ausgeführt.

Um das von dem Antriebsaggregat abgegebene Drehmoment auf mehrere antreibbare Fahrzeugachsen in Längsrichtung eines Fahrzeugs verteilen zu können, werden den vorbeschriebenen Hauptgetrieben im Leistungsfluss eines Antriebsstranges Getriebevorrichtungen bzw. Längsverteilergetriebe nachgeschaltet, die konstruktiv als separate Baueinheiten, in das Hauptgetriebe integriert oder als so genannte Hang-On-Lösungen an dem Hauptgetriebe ausgeführt sein können.

10

Darüber hinaus ist es auch vorgesehen, dass einer antreibbaren Fahrzeugachse zugeführte Antriebsmoment zwischen den beiden Antriebsrädern dieser Fahrzeugachse zu verteilen, so dass Antriebsräder einer antreibbaren Fahrzeugachse mit unterschiedlichen Drehzahlen unabhängig von einander entsprechend den verschiedenen Weglängen der linken bzw. rechten Fahrspur angetrieben werden können, wodurch das Antriebsmoment symmetrisch und somit giermomentfrei auf beide Antriebsräder verteilbar ist.

20

Die in der Praxis herkömmlich verwendeten Bauarten von Differentialgetrieben sind sogenannte Kegelraddifferentielle, Stirnraddifferentielle in Planetenbauweise oder auch Schneckenraddifferentielle. Insbesondere Stirnraddifferentielle werden wegen der Möglichkeit zur unsymmetrischen Momentenverteilung meist als Längsdifferentielle eingesetzt. Kegelraddifferentielle stellen mittlerweile für den Querausgleich bei Fahrzeugen einen Standard dar und Schneckenrad-differentielle werden sowohl zur Längsverteilung als auch für eine Querverteilung eingesetzt.

Diesen beiden Vorteilen steht jedoch der Nachteil gegenüber, daß die auf die Fahrbahn übertragbaren Vortriebs-

kräfte zweier Antriebsräder einer Fahrzeugachse bzw. zweier oder mehrerer Antriebsachsen aufgrund der Ausgleichstätigkeit eines Differentialgetriebes jeweils von dem geringeren bzw. geringsten übertragbaren Antriebsmoment der beiden

5 Antriebsräder bzw. der Antriebsachsen abhängig ist. Das bedeutet, wenn ein beispielsweise auf Glatteis stehendes Antriebsrad durchdreht, wird dem anderen Antriebsrad kein höheres Moment als dem durchdrehenden Antriebsrad zugeführt, auch wenn es auf griffigem Untergrund steht. In einer solchen Fahrsituation kann das Fahrzeug aufgrund der Ausgleichstätigkeit eines Differentialgetriebes, welche eine Drehzahldifferenz zwischen zwei Abtriebswellen eines Differentialgetriebes ermöglicht, nachteilhafterweise nicht anfahren.

10 15 Deshalb ist in der Praxis dazu übergegangen worden, eine Ausgleichsbewegung eines Ausgleichsgetriebes bei Vorliegen kritischer Fahrzustände durch geeignete Maßnahmen zu behindern. Dies wird beispielsweise durch eine manuell oder automatisch mit mechanischen, magnetischen, pneumatischen oder hydraulischen Mitteln aktivierbare und an sich bekannte Differentialsperre realisiert, die durch ein Blockieren des Ausgleichsgetriebes jede Ausgleichsbewegung zu 100 % sperrt.

20 25 Die WO 02/09966 A1 offenbart ein Getriebe für ein vierrad-getriebenes Fahrzeug, bei dem eine Eingangswelle mit einem Planetenradsatz verbunden ist. Der Planetenradsatz ist hier als dreiwelliger Planetenradsatz ausgeführt, wobei ein Hohlrad mit der Eingangswelle, ein Sonnenrad mit einer ersten Abtriebswelle und der Planetenträger mit einem Planetengetriebesystem sowie mit einer weiteren Abtriebswelle des Getriebes wirkverbunden ist. Das Planetengetrie-

besystem weist drei Sonnenräder und drei jeweils mit einem Sonnenrad kämmende Planetenräder auf, die integral miteinander ausgeführt sind und einen gemeinsamen Planetenträger aufweisen. Der Planetenträger des Planetengetriebesystems 5 und ein Sonnenrad des Planetengetriebesystems stehen jeweils mit einer Bremse in Wirkverbindung, wobei die Bremsen mit einer Kraftquelle in Verbindung stehen und die unabhängig voneinander betrieben und von einem elektronischen Steuergerät angesteuert werden. Mit dem elektronischen 10 Steuergerät sind eine Vielzahl von Sensoren verbunden, deren Signale von dem elektronischen Steuergerät empfangen und in ein entsprechendes Steuersignal für die beiden Kupplungen umgewandelt werden. In Abhängigkeit der Ansteuerung der beiden Kupplungen wird die Ausgangsdrehzahl sowie das 15 Drehmoment, welches auf die Vorderachse geführt wird, und die Abtriebsdrehzahl des Planetengetriebesystems sowie das Drehmoment, welches auf die Hinterachse geführt wird, eingestellt.

20 Diese aus dem Stand der Technik bekannten Allradverteilersystemen haben jedoch den Nachteil, dass eine variable Verteilung des Drehmomentes nur bedingt durchführbar ist und dass sie konstruktiv aufwändig gestaltet sind. Aufgrund der aufwändigen Ausführungen weisen die Allradverteilersysteme 25 große äußere Abmessungen auf, was zu einem großen BauRaumbedarf führt. Darüber hinaus sind die bekannten Allradverteilersysteme nachteilhafterweise durch ein hohes Eigen- gewicht sowie hohe Herstellkosten gekennzeichnet.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine konstruktiv einfache sowie kostengünstig herstellbare Getriebevorrichtung für einen Antriebsstrang eines Fahrzeuges sowie ein Verfahren zum Steuern einer Ge-

triebevorrichtung zur Verfügung zu stellen, mit welchen ein Verteilungsgrad eines Antriebsmomentes zwischen zwei Abtriebswellen bedarfsgerecht variiert ist.

5 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Getriebevorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1, einem Verfahren zum Steuern und Regeln einer Getriebevorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 13 und einem Antriebsstrang mit den Merkmalen des Patentanspruches
10 17 gelöst.

Mit der erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung zum Verteilen eines Antriebsmomentes auf wenigstens zwei Abtriebswellen mit mindestens zwei wenigstens dreiwelligen Planetensätzen, bei der jeweils eine erste Welle eines Planetensatzes mit einer Abtriebswelle verbunden ist und jeweils eine zweite Welle eines Planetensatzes eine der Abtriebswellen darstellt, ist eine variable Verteilung eines Antriebsmomentes zwischen mehreren antreibbaren Fahrzeugachsen eines Fahrzeuges bzw. zwischen zwei Antriebsrädern einer antreibbaren Fahrzeugachse bedarfsgerecht und betriebszustandsabhängig durchführbar. Zudem weist die Getriebevorrichtung einen einfachen konstruktiven Aufbau auf und ist kostengünstig herstellbar.

25 Dies wird dadurch erreicht, dass jeweils eine dritte Welle der Planetensätze mit einer Bremse in Wirkverbindung steht, wobei ein Verteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen in Abhängigkeit der Übertragungsfähigkeiten der Bremse variiert ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Steuern und Regeln der vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Getriebevor-

richtung werden Leistungsverluste im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Allradsystemen, bei welchen ein Antriebsmoment zwischen mehreren antreibbaren Fahrzeugachsen bzw. zwischen zwei Antriebsrädern einer antreibbaren Fahrzeug-
5 achse über reibschlüssige Schaltelemente variabel verteilt-
bar ist, reduziert. Dazu wird zur Verteilung eines An-
triebsmomentes der Antriebsmaschine zwischen den beiden Abtriebswellen der Getriebevorrichtung, welche wahlweise mit jeweils einer antreibbaren Fahrzeugachse eines Kraft-
10 fahrzeugs oder mit jeweils einem Antriebsrad einer antreib-
baren Fahrzeugachse verbindbar sind, die Übertragungsfähig-
keiten der beiden Bremsen derart eingestellt, dass eine der Bremsen geschlossen ist und die Übertragungsfähigkeit der anderen Bremse zwischen einem unteren Grenzwert und einem
15 oberen Grenzwert, der einem geschlossenen Zustand der Brem-
se entspricht, variiert wird.

Mit dieser erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist ein Antriebsmoment bzw. ein Drehmoment zwischen den beiden Ab-
20 triebswellen der erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung stu-
fenlos variabel verteilt, wobei jeweils eine der beiden Bremsen in einem verlustfreien geschlossenen Zustand gehal-
ten wird, während die andere Bremse zum Verteilen des An-
triebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen in geöff-
25 netem Zustand, schlupfend oder in geschlossenem Zustand betrieben wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Antriebsstrang eines Fahr-
zeugs gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 17 besteht
30 durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung in einem Längsantriebsstrang zwischen zwei antreibbaren Fahrzeugachsen und/oder in einem Querantriebsstrang einer antreibbaren Fahrzeugachse zur Verteilung eines Antriebsmo-

mentes in Fahrzeuglängsrichtung und/oder in Fahrzeugquer-
richtung die Möglichkeit, ein Antriebsmoment bedarfsgerecht
und betriebszustandsbezogen zwischen mehreren antreibbaren
Fahrzeugachsen und/oder zwischen zwei Antriebsrädern einer
antreibbaren Fahrzeugachse verteilen zu können.

5

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der
Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und den
unter Bezugnahme auf die Zeichnung prinzipiell beschriebe-
10 nen Ausführungsbeispielen.

10

Es zeigt:

15

Fig.1 ein Grundschema einer Getriebevorrichtung ge-
mäß der Erfindung;

20

Fig.2 ein Räderschema einer als Achsdifferential
ausgeführten Getriebevorrichtung nach der Er-
findung, wobei die Wirkverbindung zwischen den
beiden Planetensätzen zwei Bremsen aufweist;

25

Fig.3 ein Räderschema einer als Längsverteilerdiffe-
rential ausgeführten Getriebevorrichtung nach
der Erfindung, deren Wirkverbindung zwischen
den beiden Planetensätzen zwei Bremsen auf-
weist;

25

Fig.4 ein Räderschema einer Getriebevorrichtung ge-
mäß Fig. 3, wobei die Wirkverbindung zusätz-
lich mit einem zuschaltbaren dritten Planeten-
satz ausgeführt ist;

30

Fig.5 eine graphische Darstellung eines Zusammenhan-
ges zwischen Übertragungsfähigkeiten der in

Fig. 2 bis Fig. 4 dargestellten Bremsen und einem Verteilungsgrad eines Antriebsmomentes zwischen zwei Abtriebswellen der erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung;

5

Fig. 6 eine stark schematisierte Darstellung eines Antriebsstranges eines Allradfahrzeuges, bei dem zur Längsverteilung eines Antriebsmomentes zwischen zwei antreibbaren Fahrzeugachsen eine geregelte Kupplung und zur Querverteilung des einer antreibbaren Fahrzeugachse zugeführten Anteils des Antriebsmomentes eine erfindungsgemäß ausgeführte Getriebevorrichtung vorgesehen ist;

15

Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Antriebsstranges, bei dem zur Querverteilung eine erfindungsgemäße Getriebevorrichtung vorgesehen ist;

20

Fig. 8 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Antriebsstranges, bei dem eine erfindungsgemäße Getriebevorrichtung zur Längsverteilung und eine geregelte Differentialsperre zur Querverteilung eines Antriebsmomentes vorgesehen ist;

25

Fig. 9 ein vierter Ausführungsbeispiel eines Antriebsstranges, bei dem eine Längsverteilung eines Antriebsmomentes mit einer erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung und eine Querverteilung eines Antriebsmoments mit einem offenen Differential durchgeführt wird; und

30

Fig.10 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Antriebsstranges, bei dem sowohl die Längsverteilung als auch die Querverteilung eines Antriebsmoments mit einer erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung durchgeführt wird.

5

Bezug nehmend auf Fig. 1 ist ein Grundschema eines Getriebes bzw. einer Getriebevorrichtung 1 gezeigt, welches als Differentialgetriebe in einem Leistungspfad eines Antriebsstranges eines Fahrzeugs zwischen einem Hauptgetriebe und den antreibbaren Fahrzeugachsen zur Längsverteilung eines Antriebsmomentes einer Antriebsmaschine zwischen wenigstens zwei antreibbaren Fahrzeugachsen oder in einem Leistungspfad wenigstens einer der antreibbaren Fahrzeughachsen zur Querverteilung eines einer antreibbaren Fahrzeugachse zugeführten Teils eines Antriebsmomentes zwischen zwei Antriebsrädern dieser Fahrzeugachse einsetzbar ist.

10

15

20

25

30

Das Getriebe 1 ist mit einem ersten Planetensatz 2 und einem zweiten Planetensatz 3 ausgeführt, die in Abhängigkeit des jeweils vorliegenden Anwendungsfalles als Minus-, Plus-, Kegelrad- oder Stufenplanetensatz ausgebildet sein können. Jeweils eine erste Welle 4, 5 der beiden Planetensätze 2, 3 ist mit einer Antriebswelle 6, die eine Getriebeausgangswelle eines nicht näher dargestellten Hauptgetriebes des Antriebsstranges darstellt, verbunden. Jeweils eine zweite Welle 7 bzw. 8 der beiden Planetensätze 2, 3 stellen jeweils eine Abtriebswelle des Getriebes 1 dar, die entweder mit den antreibbaren Fahrzeugachsen oder den Antriebsrädern einer Fahrzeugachse in Wirkverbindung stehen. Eine dritte Welle 9 des ersten Planetensatzes 2 und eine dritte Welle 10 des zweiten Planetensatzes 3 sind über eine Wirkverbindung 11 miteinander verbunden.

Die Wirkverbindung 11 ist derart ausgeführt, dass ein betriebszustandsabhängiges Drehmoment der dritten Welle 9 des ersten Planetensatzes 2 oder der dritten Welle 10 des zweiten Planetensatzes 3 in Abhängigkeit eines Betriebszustandes der dritten Welle 10 des Planetensatzes 3 oder der dritten Welle 9 des ersten Planetensatzes 2 derart abstützbar ist, dass bei Auftreten eines Drehzahlunterschiedes zwischen den Abtriebswellen 6, 7 über die Wirkverbindung 11 ein den Drehzahlunterschied beeinflussendes Drehmoment an den Planetensätzen 2 und 3 bzw. den dritten Wellen 9 und 10 der beiden Planetensätze 2 und 3 anliegt.

Die Wirkverbindung kann dabei in der nachfolgend näher beschriebenen Art und Weise alternativ oder in Kombination mit einer Drehzahlinvertierung zwischen den beiden miteinander wirkverbundenen Wellen 9 und 10, einer stufenlosen Übersetzungseinrichtung, mit einer Momentenquelle zur Erhöhung oder Verkleinerung eines Momentes an wenigstens einer der beiden miteinander wirkverbundenen Wellen 9 und 10 und/oder einem dritten Planetensatz ausgeführt sein.

Fig. 2 zeigt ein Räderschema eines ersten Ausführungsbeispiels des in Fig. 1 als Grundschema dargestellten Getriebes 1 nach der Erfindung. Ein Antriebsmoment der Antriebswelle 6 wird über ein erstes Kegelrad 12 auf zwei hintereinander verbundene Hohlräder 13, 14 der beiden Planetensätze 2 und 3 geführt, die die beiden in Fig. 1 lediglich schematisiert dargestellten ersten Wellen 4 und 5 der beiden Planetensätze 2 und 3 darstellen. Von dort aus wird das Antriebsmoment der Antriebswelle 6 auf mit den beiden Hohlrädern 13 und 14 in Eingriff stehende Planetenräder 15 und 16 geführt, die jeweils auf einem Steg 17 bzw. 18 drehbar gelagert sind und die beiden Stege 17 und 18 aufgrund

ihrer Abrollbewegung in den Hohlrädern 13 und 14 antreiben.
Die beiden Stege 17 und 18 der Planetensätze 2 und 3 sind
wiederum mit den beiden Abtriebswellen 7 und 8 verbunden,
so dass das über das erste Kegelrad 12, die beiden Hohlrä-
der 13 und 14, die Planetenräder 15 und 16 sowie die Stege
17 und 18 geführte Antriebsmoment auf die beiden Abtriebs-
wellen 7 und 8 gelangt.

10 Zusätzlich kämmen die Planetenräder 15 und 16 der Pla-
netensätze 2 und 3 jeweils mit den Sonnenräder bzw. den
dritten Wellen 9 und 10 der Planetensätze 2 und 3, die je-
weils mit einer Bremse 19 und 20 in Wirkverbindung stehen,
über welche bei entsprechend eingestellter Übertragungsfä-
higkeit jeweils ein Drehmoment in einem Gehäuse 21 der Ge-
triebevorrichtung 1 abstützbar ist.

15 Das bedeutet, dass die in Fig. 1 dargestellte Wirkver-
bindungen 11 bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbei-
spiel der erfundungsgemäßen Getriebevorrichtung 1 über die
20 beiden Bremsen 19 und 20 sowie das Getriebegehäuse 21 aus-
geführt ist, wobei die beiden Bremsen 19 und 20 über ein
separates Steuergerät oder über die Getriebesteuereinrich-
tung der Getriebevorrichtung 1 angesteuert werden können.

25 Die beiden Bremsen 19 und 20 stellen vorliegend je-
weils eine Einrichtung zum Aufbringen eines Momentes bzw.
eine Momentenquelle zur Erhöhung oder Verkleinerung eines
Momentes an wenigstens einer der beiden miteinander wirk-
verbundenen Wellen 9 und 10 dar, wobei in Abhängigkeit des
30 jeweils auf die Wirkverbindung 11 bremsenseitig aufgebrach-
ten Momentes das über die Antriebswelle 6 in die Getriebe-
vorrichtung 1 eingeleitete Antriebsmoment zwischen den bei-
den Abtriebswellen 7 und 8 variabel aufgeteilt wird.

Die Ausgestaltung der Wirkverbindung 11 mit den beiden Bremsen 19 und 20 als Momentenquelle bietet die Möglichkeit, betriebszustandsabhängig jeweils ein derartiges Bremsmoment auf die beiden miteinander wirkverbundenen Sonnenräder 9 und 10 der beiden Planetensätze 2 und 3 aufzu bringen, dass beispielsweise bei einer Drehzahldifferenz zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 eine Ausgleichstätigkeit des Getriebes 1 zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 reduziert wird. D. h., dass über die beiden Bremsen 19 und 20 eine gezielte Momentenverkleinerung an den beiden miteinander wirkverbundenen Sonnenrädern bzw. dritten Wellen 9 und 10 der beiden Planetensätze 2 und 3 durchführbar ist, um beispielsweise einem Übersteuern oder einem Untersteuern während einer Kurvenfahrt durch Reduzierung der Drehzahldifferenz zwischen den Antriebsrädern einer Antriebsachse effektiv und auf einfache Art und Weise entgegenzuwirken.

Des weiteren besteht die Möglichkeit, eine Seitenwindempfindlichkeit eines Fahrzeuges durch ein gezieltes Einstellen einer Differenzgeschwindigkeit zwischen den beiden Abtriebswellen und somit zwischen zwei Antriebsrädern einer Fahrzeugachse zu verbessern.

In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Räderschemas des erfindungsgemäßen Getriebes 1 gezeigt. Das in Fig. 3 dargestellte Räderschema des Getriebes 1 stellt ein Längsverteilerdifferential dar, bei dem die Wirkverbindung 11 zwischen der dritten Welle 9 des ersten Planetensatzes 2 und der dritten Welle 10 des zweiten Planetensatzes 3 wiederum über die beiden gehäuseseitig abstützbaren Bremsen 19 und 20 ausgeführt ist.

Bezug nehmend auf Fig. 4 ist ein Räderschema einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Getriebevorrichtung 1 dargestellt, bei der die Wirkverbindung 11 aus zwei zueinander parallelen Leistungspfaden besteht. Dabei 5 ist ein erster Leistungspfad mit dem vorliegend über eine Klauenkupplung 22 in den Kraftfluss des Getriebes 1 zu-schaltbaren dritten Planetensatz 23 ausgebildet. Der zweite Leistungspfad besteht aus den beiden Bremsen 19, 20, die jeweils mit dem Sonnenrad 9 des ersten Planetensatzes 2 10 bzw. dem Sonnenrad 10 des zweiten Planetensatzes 3 verbun-den sind und die beiden Sonnenräder 9 und 10 der Planeten-sätze 2 und 3 in geschlossenem Zustand getriebegehäusesei-tig festlegen, und dem Getriebegehäuse 21. Sind die beiden Bremsen 19 und 20 gleichzeitig geschlossen, ist eine Aus- 15 gleichsbetätigung des Getriebes 1 vollständig aufgehoben und die beiden Abtriebswellen 7 und 8 werden mit gleicher Drehzahl betrieben.

In geöffnetem Zustand der Klauenkupplung 22 ist durch 20 die anhand von Fig. 5 nachbeschriebene Ansteuerung der bei-den Bremsen 19 und 20 ein Verteilungsgrad des Antriebsmo-mentes zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 zwischen 0 und 100 % variierbar, wobei zur Reduzierung von Verlust-leistungen vorzugsweise jeweils eine der Bremsen 19 bzw. 20 25 in geschlossenem Zustand und die jeweils andere Bremse 20 bzw. 19 zwischen einem vollständig geöffneten Zustand bis hin zu einem vollständig geschlossenen Zustand betrieben wird.

30 Die dritte Welle bzw. das Sonnenrad 10 des zweiten Planetensatzes 3 ist mit einem Hohlrad 24 des dritten Pla-netensatzes 23 verbunden und die dritte Welle bzw. das Son-nenrad 9 des ersten Planetensatzes 2 ist mit einer dritten

Welle bzw. einem Sonnenrad 25 des dritten Planetensatzes 23 gekoppelt. Zwischen dem Hohlrad bzw. der ersten Welle 24 des dritten Planetensatzes 23 und dem Sonnenrad 25 des dritten Planetensatzes 23 wälzen sich mehreren Planetenräder ab, wobei in Fig. 4 zwei Planetenräder 26A und 26B dargestellt sind, die drehbar auf einem gehäusefest angeordneten Planetenträger bzw. einer zweiten Welle 27 des dritten Planetensatzes 23 gelagert sind.

In geöffnetem Zustand der Bremsen 19 und 20 und gleichzeitig geschlossener Klauenkupplung 22 wird das über die Antriebswelle 6 in die Getriebevorrichtung 1 eingeleitete Antriebsmoment in Abhängigkeit einer Grundverteilung des Getriebes 1 auf die beiden Abtriebswellen 7 und 8 verteilt, wobei der Grundverteilungsgrad durch das Verhältnis der Zähneanzahl des Hohlrades 24 zu der Zähneanzahl des Sonnenrades 25 des dritten Planetensatzes 23 bestimmt wird. Dieser Grundverteilungsgrad ist in Abhängigkeit von einem über die Bremse 19 oder die Bremse 20 bremsenseitig aufgebrachten Bremsmoment multipliziert mit einem Faktor eines Verhältnisses aus der Zähnezahl des Hohlrades 4 des ersten Planetensatzes 2 bzw. des Hohlrades 5 des zweiten Planetensatzes 3 zu der Zähnezahl des Sonnenrades 9 des ersten Planetensatzes bzw. des Sonnenrades 10 des zweiten Planetensatzes in Richtung eines oberen oder eines unteren Grenzwertes des Verteilungsgrades stufenlos variabel veränderbar.

Fig. 5 zeigt drei stark schematisierte Verläufe, wovon ein erster Verlauf gb_19 einen Verlauf einer Übertragungsfähigkeit der ersten Bremse 19 zwischen einem unteren Grenzwert $W(u)$ und einem oberen Grenzwert $W(o)$ darstellt. Ein weiterer Verlauf gb_20 stellt den Verlauf der Übertra-

gungsfähigkeit der zweiten Bremse 20 dar, der mit dem Verlauf gb_{19} der ersten Kupplung 19 korrespondiert. Ein dritter Verlauf vt stellt den Verlauf eines Verteilungsgrades des Antriebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 in Abhängigkeit der Verläufe gb_{19} und gb_{20} der Übertragungsfähigkeiten der Bremsen 19 und 20 graphisch dar.

In einem Punkt I, in welchem die Übertragungsfähigkeit der ersten Bremse 19 dem unteren Grenzwert $W(u)$ entspricht, wird über die erste Bremse im Wesentlichen kein Drehmoment im Gehäuse 21 des Getriebes 1 abgestützt. Gleichzeitig ist die Übertragungsfähigkeit der zweiten Bremse 20 auf den oberen Grenzwert $W(o)$ eingestellt, bei dem die zweite Bremse 20 geschlossen ist. In diesem Betriebszustand der beiden Bremsen 19 und 20 wird das gesamte Antriebsmoment einer Antriebsmaschine bzw. das Getriebeausgangsmoment eines Hauptgetriebes auf die mit dem ersten Planetensatz 2 verbundene Abtriebswelle 7 geführt.

Im Bereich zwischen dem Punkt I und einem zweiten Punkt II des Diagramms gemäß Fig. 5 wird die Übertragungsfähigkeit der zweiten Bremse 20 derart gesteuert und geregelt eingestellt, dass die zweite Bremse 20 geschlossen ist. Gleichzeitig wird die Übertragungsfähigkeit der ersten Bremse 19 von ihrem unteren Grenzwert $W(u)$, bei dem sie kein Drehmoment im Gehäuse 21 des Getriebes 1 abstützt, in Richtung des oberen Grenzwertes $W(o)$ der Übertragungsfähigkeit verändert, bei welchem die erste Bremse 19 ebenfalls geschlossen ist. Das bedeutet, dass die Übertragungsfähigkeit der ersten Kupplung 19 im Bereich zwischen dem Punkt I und dem Punkt II stetig angehoben wird. Dies hat zur Folge, dass sich der Verteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen

den beiden Abtriebswellen 7 und 8 ändert, da mit steigender Übertragungsfähigkeit der ersten Bremse 19 ein zunehmender Teil des Antriebsmomentes auf die mit dem zweiten Planetensatzes 3 verbundene Abtriebswelle 8 geführt wird.

5

Bei Vorliegen des Betriebszustandes des Getriebes 1, der dem Punkt II des Diagramms gemäß Fig. 5 entspricht und bei dem beide Bremsen 19 und 20 geschlossen sind, liegt ein definierter Verteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 vor.

10

In einem Bereich zwischen dem zweiten Punkt II und einem dritten Punkt III des Diagramms gemäß Fig. 5 wird die Übertragungsfähigkeit der ersten Bremse 19 derart geregelt und gesteuert eingestellt, dass die erste Bremse 19 geschlossen ist. Gleichzeitig wird die Übertragungsfähigkeit der zweiten Bremse 20 ausgehend von dem oberen Grenzwert $W(o)$ der Übertragungsfähigkeit, bei welchem die zweite Bremse 20 geschlossen ist, stetig in Richtung des unteren Grenzwertes $W(u)$ der Übertragungsfähigkeit reduziert, bei dem die zweite Bremse 20 im Wesentlichen kein Drehmoment im Gehäuse 21 des Getriebes 1 abstützt.

15

20

25

Wie Fig. 5 zu entnehmen ist, steigt der Verlauf vt des Verteilungsgrades des Antriebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 mit zunehmender Reduzierung der Übertragungsfähigkeit der zweiten Bremse 41 bis hin zu seinem maximalen Wert im Punkt III an, bei dem das Antriebsmoment vollständig auf die mit dem zweiten Planetensatz verbundene Abtriebswelle 8 übertragen wird.

Mittels der beiden steuer- und regelbaren Bremsen 19 und 20 besteht die Möglichkeit, das Antriebsmoment bedarfs-

gerecht, stufenlos und wirkungsgradoptimiert zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 zu verteilen. Eine Verbesserung des Wirkungsgrades wird durch die vorbeschriebene erfundungsgemäße Vorgehensweise bei der Steuerung und Regelung der beiden Bremsen erreicht, da stets eine der beiden Bremsen 19 bzw. 20 in geschlossenem Zustand und schlupffrei betrieben wird, während die andere Bremse 20 bzw. 19 mit einer mit der betriebssituationsabhängigen Antriebsleistungsverteilung im Antriebsstrang korrespondierenden Differenzdrehzahl betrieben wird. Mittels dieser Betriebsstrategie lassen sich die Reibungsverluste mit allen Vorteilen eines über ein reibschlüssiges Schaltelement gesteuerten Allradantriebes minimieren.

15 Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Klauenkupplung 22 über die beiden Bremsen 19, 20 zu synchronisieren und den dritten Planetensatz 23 in den Kraftfluss des Getriebes 1 zuzuschalten, so dass ein bevorzugter Grundverteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen 7 und 8 vorliegt, der bis auf die in den Verzahnungen des dritten Planetensatzes 24 auftretenden Reibungsverluste mit geringen Verlusten zur Verfügung steht.

25 In Fig. 6 bis Fig. 10 sind mehrere Ausführungsvarianten eines Antriebsstranges 28 eines Kraftfahrzeuges stark schematisiert dargestellt, wobei zur Längsverteilung bzw. zur Querverteilung des Antriebsmomentes im Antriebsstrang 28 eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen der erfundungsgemäßen Getriebevorrichtung 1 mit verschiedenen weiteren, lediglich piktogrammartig dargestellten Einrichtungen zum Verteilen eines Antriebsmomentes in Fahrzeuggängrichtung zwischen zwei antreibbaren Fahrzeugachsen bzw. in Fahrzeugquerrichtung zwischen zwei Antriebsrädern einer

Fahrzeugachse kombiniert sind. Mit Hilfe der Einrichtung zum Verteilen eines Antriebsmomentes im Antriebsstrang soll insbesondere in kritischen Fahrsituationen eine geeignete Verteilung des Antriebsmomentes ermöglicht werden, um an den antreibbaren Fahrzeugachsen bzw. an den Antriebsrädern eines Fahrzeugs einen Vortrieb aufrecht zu erhalten bzw. gegebenenfalls fahrstabilisierend eingreifen zu können.

Die in Fig. 6 bis Fig. 10 dargestellten Antriebsstränge 42 zeigen jeweils zwei antreibbare Fahrzeugachsen 29, 30, wobei die Fahrzeugachse 29 vorliegend eine Vorderachse und die Fahrzeugachse 30 eine Hinterachse eines Fahrzeugs darstellt.

Bezug nehmend auf Fig. 6 ist im Antriebsstrang 28 zur Längsverteilung eines Antriebsmomentes zwischen den beiden Fahrzeugachsen 29 und 30 eine stufenlos regelbare Kupplung 31, zur Querverteilung an der Vorderachse 29 ein an sich bekanntes offenes Differential 32 und zur Querverteilung an der Hinterachse 30 ein erfindungsgemäß ausgeführtes Getriebe 1 bzw. ein Überlagerungsgetriebe angeordnet.

Der Antriebsstrang 28 gemäß Fig. 7 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel des Antriebsstranges 28 gemäß Fig. 6 darin, dass zur Längsverteilung eines Antriebsmomentes zwischen der Vorderachse 29 und der Hinterachse 30 eine Einrichtung 32 angeordnet ist, die bei Vorliegen einer Differenzdrehzahl zwischen der Vorderachse 29 und der Hinterachse 30 über ein Pumpensystem 32A einen hydraulischen Druck aufbaut, mit dem miteinander in Reibeingriff bringbare Reibelemente einer Lamellenkupplung 32B derart beaufschlagbar sind, dass auf die beiden Fahrzeugachsen 29 und 30 jeweils ein die Differenzdrehzahl reduzierendes Drehmo-

ment aufbringbar ist, wobei der Druckaufbau bei Drehzahlgleichheit nahezu Null ist.

Bei dem in Fig. 8 dargestellten Antriebsstrang 28 wird die Längsverteilung des Antriebsmomentes zwischen der Vorderachse 29 und der Hinterachse 30 mit einem erfindungsgemäß ausgeführten Getriebe 1 und die Querverteilung des der Vorderachse 29 zugeführten Anteils des Antriebsmomentes über ein offenes Differential 33 durchgeführt. Die Querverteilung des der Hinterachse 30 zugeführten Anteils des Antriebsmomentes wird über eine an sich bekannte geregelte Differentialsperre 35 vorgenommen.

Bezug nehmend auf Fig. 9 ist ein Antriebsstrang 28 gezeigt, bei dem zur Fahrstabilisierung bzw. zur freien Momentenverteilung zwischen der Vorderachse und der Hinterachse im Längsantriebsstrang ein erfindungsgemäß ausgeführtes Überlagerungsgetriebe 1 integriert ist, das mit einem an den einzelnen Rädern durchführbaren Bremseingriff kombiniert ist, wobei der Bremseingriff in Fig. 9 symbolisch durch die mit dem Bezugszeichen 34 näher gekennzeichneten Pfeile graphisch dargestellt ist. Zur Querverteilung sind in den Leistungssträngen der Fahrzeugachsen 29 und 30 jeweils offene Differentiale vorgesehen.

Bei dem in Fig. 10 dargestellten Antriebsstrang 28 ist sowohl im Längsantriebsstrang als auch im Leistungsstrang der Hinterachse 30 ein erfindungsgemäß ausgeführtes Überlagerungsgetriebe angeordnet, womit vorteilhafterweise die Möglichkeit besteht, einen Verteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen den beiden Fahrzeugachsen 29 und 30 bedarfsgerecht und betriebszustandsbezogen stufenlos zu verändern sowie den der Hinterachse 30 zugeführten Anteil des

Antriebsmomentes bedarfsgerecht und betriebszustandsabhängig zwischen den beiden Antriebsrädern der Hinterachse 30 zu verteilen. Die Querverteilung des der Vorderachse 29 zugeführten Anteils des Antriebsmomentes erfolgt über ein
5 offenes Differential.

Selbstverständlich liegt es im Ermessen des Fachmannes, den Antriebsstrang eines Fahrzeuges im Längsantriebsstrang sowie in den Leistungssträngen in Fahrzeugquerrichtung der beiden Fahrzeugachsen mit einer erfindungsgemäß ausgeführten Getriebevorrichtung auszubilden. Dann besteht vorteilhafterweise die Möglichkeit, das Antriebsmoment zwischen allen Antriebsrädern des Antriebsstranges der jeweili-
10 g vorliegenden Fahrsituation angepasst zu verschieben.
()

Bezugszeichen

- 1 Getriebevorrichtung, Getriebe
- 5 2 erster Planetensatz
- 3 zweiter Planetensatz
- 4 erste Welle des ersten Planetensatzes, Hohlrad
- 5 erste Welle des zweiten Planetensatzes, Hohlrad
- 6 Antriebswelle
- 10 7 zweite Welle des ersten Planetensatzes, Abtriebs-
welle
- 8 zweite Welle des zweiten Planetensatzes, Abtriebs-
welle
- 9 dritte Welle des ersten Planetensatzes
- 15 10 dritte Welle des zweiten Planetensatzes
- 11 Wirkverbindung
- 12 Kegelrad
- 13 Hohlrad des ersten Planetensatzes
- 14 Hohlrad des zweiten Planetensatzes
- 20 15 Planetenräder des ersten Planetensatzes
- 16 Planetenräder des zweiten Planetensatzes
- 17 Steg des ersten Planetensatzes
- 18 Steg des zweiten Planetensatzes
- 19 erste Bremse
- 25 20 zweite Bremse
- 21 Getriebegehäuse
- 22 Klauenkupplung
- 23 dritter Planetensatz
- 24 Hohlrad des dritten Planetensatzes
- 30 25 Sonnenrad des dritten Planetensatzes
- 26A, B Planetenräder des dritten Planetensatzes
- 27 Planetenträger des dritten Planetensatzes
- 28 Antriebsstrang

- 29 Fahrzeugachse, Vorderachse
30 Fahrzeugachse, Hinterachse
31 geregelte Kupplung
32 Einrichtung
5 32A Pumpensystem
32B Lamellenkupplung
33 offenes Differential
34 Pfeil
35 geregelte Differentialsperre
10 vt Verteilungsrad des Antriebsmomentes zwischen den Abtriebswellen
gb_19 Verlauf der Übertragungsfähigkeit der ersten Bremse
gb_41 Verlauf der Übertragungsfähigkeit der zweiten Bremse
15 W(u) unterer Grenzwert der Übertragungsfähigkeit der Bremsen
W(o) oberer Grenzwert der Übertragungsfähigkeit der Bremsen

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Getriebevorrichtung (1) zum Verteilen eines An-
triebsmomentes auf wenigstens zwei Abtriebswellen (7, 8)
mit mindestens zwei wenigstens dreiwelligen Planetensätzen
(2, 3), wobei jeweils eine erste Welle (4 bzw. 5) eines
Planetensatzes (2 bzw. 3) mit einer Antriebswelle (6) ver-
bunden ist und jeweils eine zweite Welle eines Planetensat-
zes (2 oder 3) eine der Abtriebswellen (7 oder 8) dar-
stellt, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass
jeweils eine dritte Welle (9, 10) der Planetensätze (2, 3)
derart mit einer Bremse (19, 20) in Wirkverbindung steht,
dass ein Verteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen den
beiden Abtriebswellen (7, 8) in Abhängigkeit der Übertra-
gungsfähigkeiten der Bremsen (19, 20) variiert.

2. Getriebevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , dass die erste Welle (4)
des ersten Planetensatzes (2) und die erste Welle (5) des
zweiten Planetensatzes (3) als Hohlrad ausgeführt sind.

3. Getriebevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , dass die zweite Welle (7)
des ersten Planetensatzes (2) und die zweite Welle (8) des
zweiten Planetensatzes (3) als Planetenträger ausgeführt
sind.

4. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis
3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die
dritte Welle (9) des ersten Planetensatzes (2) und die
dritte Welle (10) des zweiten Planetensatzes (3) als Son-
nenrad ausgeführt sind.

5. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den beiden dritten Wellen (9, 10) der Planetensätze (2, 3) eine zuschaltbare Wirkverbindung (11) vorgesehen ist, die mit einem dritten Planetensatz (23) ausgeführt ist.

10 6. Getriebevorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Welle (9) des ersten Planetensatzes (2) mit einer ersten Welle (24) des dritten Planetensatzes (23) verbindbar ist.

15 7. Getriebevorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Welle (10) des zweiten Planetensatzes (3) mit einer dritten Welle (25) des dritten Planetensatzes (23) verbindbar ist.

20 8. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkverbindung (11) zwischen der dritten Welle (9) des ersten Planetensatzes (2) und der dritten Welle (10) des zweiten Planetensatzes (3) über eine zwischen der dritten Welle (9) des ersten Planetensatzes (2) und der ersten Welle (24) des dritten Planetensatzes (23) oder der dritten Welle (10) des zweiten Planetensatzes (3) und der dritten Welle (25) des dritten Planetensatzes (23) angeordnete Kupplung (22) zuschaltbar ist.

30 9. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Welle (27) des dritten Planetenradsatzes (23) gehäusefest ausgeführt ist.

10. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Welle (24) des dritten Planetensatzes (23) als Hohlrad ausgeführt ist.

5

11. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Welle (27) des dritten Planetensatzes (23) als Planetenträger ausgeführt ist.

10

12. Getriebevorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Welle (25) des dritten Planetensatzes (23) als Sonnenrad ausgeführt ist.

15

13. Verfahren zum Steuern und Regeln einer Getriebevorrichtung (1) gemäß einem der vorstehend genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verteilung eines Antriebsmomentes einer Antriebsquelle zwischen den beiden Abtriebswellen (7, 8) der Getriebevorrichtung (1) die Übertragungsfähigkeiten der beiden Bremsen (19, 20) derart eingestellt werden, dass eine Bremse (19 bzw. 20) geschlossen ist und die Übertragungsfähigkeit der anderen Bremse (20 bzw. 19) zwischen einem unteren Grenzwert ($W(u)$) und einem oberen Grenzwert ($W(o)$), der vorzugsweise einem geschlossenen Zustand der Bremsen (k_{VA} , k_{HA}) entspricht, variiert wird.

20

25

30

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen des unteren Grenzwerts ($W(u)$) der Übertragungsfähigkeit der Bremsen (19, 20) im wesentlichen kein Drehmoment von den Bremsen (19, 20) abgestützt wird und in geschlossenem Zustand der

Bremsen (19, 20) ein an einer Bremse (19 oder 20) anliegenden Drehmoment vollständig abgestützt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch
5 gekennzeichnet, dass bei Vorliegen einer Übertragungsfähigkeit einer Bremse (19 oder 20), die dem unteren Grenzwert ($W(u)$) entspricht, auf die Abtriebswelle (7 oder 8) eines Planetensatzes (2 oder 3), welche dieser Bremse (19 oder 20) zugeordnet ist, im Wesentlichen kein Antriebsmoment geführt wird, und dass das an der Getriebevorrichtung (1) anliegende Antriebsmoment der Antriebsquelle im Wesentlichen vollständig auf die der gleichzeitig geschlossenen Bremse (20 oder 19) zugeordneten Abtriebswelle (8 oder 7) des anderen Planetensatzes (3 oder 2) geführt wird.

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000
1005
1010
1015
1020
1025
1030
1035
1040
1045
1050
1055
1060
1065
1070
1075
1080
1085
1090
1095
1100
1105
1110
1115
1120
1125
1130
1135
1140
1145
1150
1155
1160
1165
1170
1175
1180
1185
1190
1195
1200
1205
1210
1215
1220
1225
1230
1235
1240
1245
1250
1255
1260
1265
1270
1275
1280
1285
1290
1295
1300
1305
1310
1315
1320
1325
1330
1335
1340
1345
1350
1355
1360
1365
1370
1375
1380
1385
1390
1395
1400
1405
1410
1415
1420
1425
1430
1435
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
1480
1485
1490
1495
1500
1505
1510
1515
1520
1525
1530
1535
1540
1545
1550
1555
1560
1565
1570
1575
1580
1585
1590
1595
1600
1605
1610
1615
1620
1625
1630
1635
1640
1645
1650
1655
1660
1665
1670
1675
1680
1685
1690
1695
1700
1705
1710
1715
1720
1725
1730
1735
1740
1745
1750
1755
1760
1765
1770
1775
1780
1785
1790
1795
1800
1805
1810
1815
1820
1825
1830
1835
1840
1845
1850
1855
1860
1865
1870
1875
1880
1885
1890
1895
1900
1905
1910
1915
1920
1925
1930
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
2065
2070
2075
2080
2085
2090
2095
2100
2105
2110
2115
2120
2125
2130
2135
2140
2145
2150
2155
2160
2165
2170
2175
2180
2185
2190
2195
2200
2205
2210
2215
2220
2225
2230
2235
2240
2245
2250
2255
2260
2265
2270
2275
2280
2285
2290
2295
2300
2305
2310
2315
2320
2325
2330
2335
2340
2345
2350
2355
2360
2365
2370
2375
2380
2385
2390
2395
2400
2405
2410
2415
2420
2425
2430
2435
2440
2445
2450
2455
2460
2465
2470
2475
2480
2485
2490
2495
2500
2505
2510
2515
2520
2525
2530
2535
2540
2545
2550
2555
2560
2565
2570
2575
2580
2585
2590
2595
2600
2605
2610
2615
2620
2625
2630
2635
2640
2645
2650
2655
2660
2665
2670
2675
2680
2685
2690
2695
2700
2705
2710
2715
2720
2725
2730
2735
2740
2745
2750
2755
2760
2765
2770
2775
2780
2785
2790
2795
2800
2805
2810
2815
2820
2825
2830
2835
2840
2845
2850
2855
2860
2865
2870
2875
2880
2885
2890
2895
2900
2905
2910
2915
2920
2925
2930
2935
2940
2945
2950
2955
2960
2965
2970
2975
2980
2985
2990
2995
3000
3005
3010
3015
3020
3025
3030
3035
3040
3045
3050
3055
3060
3065
3070
3075
3080
3085
3090
3095
3100
3105
3110
3115
3120
3125
3130
3135
3140
3145
3150
3155
3160
3165
3170
3175
3180
3185
3190
3195
3200
3205
3210
3215
3220
3225
3230
3235
3240
3245
3250
3255
3260
3265
3270
3275
3280
3285
3290
3295
3300
3305
3310
3315
3320
3325
3330
3335
3340
3345
3350
3355
3360
3365
3370
3375
3380
3385
3390
3395
3400
3405
3410
3415
3420
3425
3430
3435
3440
3445
3450
3455
3460
3465
3470
3475
3480
3485
3490
3495
3500
3505
3510
3515
3520
3525
3530
3535
3540
3545
3550
3555
3560
3565
3570
3575
3580
3585
3590
3595
3600
3605
3610
3615
3620
3625
3630
3635
3640
3645
3650
3655
3660
3665
3670
3675
3680
3685
3690
3695
3700
3705
3710
3715
3720
3725
3730
3735
3740
3745
3750
3755
3760
3765
3770
3775
3780
3785
3790
3795
3800
3805
3810
3815
3820
3825
3830
3835
3840
3845
3850
3855
3860
3865
3870
3875
3880
3885
3890
3895
3900
3905
3910
3915
3920
3925
3930
3935
3940
3945
3950
3955
3960
3965
3970
3975
3980
3985
3990
3995
4000
4005
4010
4015
4020
4025
4030
4035
4040
4045
4050
4055
4060
4065
4070
4075
4080
4085
4090
4095
4100
4105
4110
4115
4120
4125
4130
4135
4140
4145
4150
4155
4160
4165
4170
4175
4180
4185
4190
4195
4200
4205
4210
4215
4220
4225
4230
4235
4240
4245
4250
4255
4260
4265
4270
4275
4280
4285
4290
4295
4300
4305
4310
4315
4320
4325
4330
4335
4340
4345
4350
4355
4360
4365
4370
4375
4380
4385
4390
4395
4400
4405
4410
4415
4420
4425
4430
4435
4440
4445
4450
4455
4460
4465
4470
4475
4480
4485
4490
4495
4500
4505
4510
4515
4520
4525
4530
4535
4540
4545
4550
4555
4560
4565
4570
4575
4580
4585
4590
4595
4600
4605
4610
4615
4620
4625
4630
4635
4640
4645
4650
4655
4660
4665
4670
4675
4680
4685
4690
4695
4700
4705
4710
4715
4720
4725
4730
4735
4740
4745
4750
4755
4760
4765
4770
4775
4780
4785
4790
4795
4800
4805
4810
4815
4820
4825
4830
4835
4840
4845
4850
4855
4860
4865
4870
4875
4880
4885
4890
4895
4900
4905
4910
4915
4920
4925
4930
4935
4940
4945
4950
4955
4960
4965
4970
4975
4980
4985
4990
4995
5000
5005
5010
5015
5020
5025
5030
5035
5040
5045
5050
5055
5060
5065
5070
5075
5080
5085
5090
5095
5100
5105
5110
5115
5120
5125
5130
5135
5140
5145
5150
5155
5160
5165
5170
5175
5180
5185
5190
5195
5200
5205
5210
5215
5220
5225
5230
5235
5240
5245
5250
5255
5260
5265
5270
5275
5280
5285
5290
5295
5300
5305
5310
5315
5320
5325
5330
5335
5340
5345
5350
5355
5360
5365
5370
5375
5380
5385
5390
5395
5400
5405
5410
5415
5420
5425
5430
5435
5440
5445
5450
5455
5460
5465
5470
5475
5480
5485
5490
5495
5500
5505
5510
5515
5520
5525
5530
5535
5540
5545
5550
5555
5560
5565
5570
5575
5580
5585
5590
5595
5600
5605
5610
5615
5620
5625
5630
5635
5640
5645
5650
5655
5660
5665
5670
5675
5680
5685
5690
5695
5700
5705
5710
5715
5720
5725
5730
5735
5740
5745
5750
5755
5760
5765
5770
5775
5780
5785
5790
5795
5800
5805
5810
5815
5820
5825
5830
5835
5840
5845
5850
5855
5860
5865
5870
5875
5880
5885
5890
5895
5900
5905
5910
5915
5920
5925
5930
5935
5940
5945
5950
5955
5960
5965
5970
5975
5980
5985
5990
5995
6000
6005
6010
6015
6020
6025
6030
6035
6040
6045
6050
6055
6060
6065
6070
6075
6080
6085
6090
6095
6100
6105
6110
6115
6120
6125
6130
6135
6140
6145
6150
6155
6160
6165
6170
6175
6180
6185
6190
6195
6200
6205
6210
6215
6220
6225
6230
6235
6240
6245
6250
6255
6260
6265
6270
6275
6280
6285
6290
6295
6300
6305
6310
6315
6320
6325
6330
6335
6340
6345
6350
6355
6360
6365
6370
6375
6380
6385
6390
6395
6400
6405
6410
6415
6420
6425
6430
6435
6440
6445
6450
6455
6460
6465
6470
6475
6480
6485
6490
6495
6500
6505
6510
6515
6520
6525
6530
6535
6540
6545
6550
6555
6560
6565
6570
6575
6580
6585
6590
6595
6600
6605
6610
6615
6620
6625
6630
6635
6640
6645
6650
6655
6660
6665
6670
6675
6680
6685
6690
6695
6700
6705
6710
6715
6720
6725
6730
6735
6740
6745
6750
6755
6760
6765
6770
6775
6780
6785
6790
6795
6800
6805
6810
6815
6820
6825
6830
6835
6840
6845
6850
6855
6860
6865
6870
6875
6880
6885
6890
6895
6900
6905
6910
6915
6920
6925
6930
6935
6940
6945
6950
6955
6960
6965
6970
6975
6980
6985
6990
6995
7000
7005
7010
7015
7020
7025
7030
7035
7040
7045
7050
7055
7060
7065
7070
7075
7080
7085
7090
7095
7100
7105
7110
7115
7120
7125
7130
7135
7140
7145
7150
7155
7160
7165
7170
7175
7180
7185
7190
7195
7200
7205
7210
7215
7220
7225
7230
7235
7240
7245
7250
7255
7260
7265
7270
7275
7280
7285
7290
7295
7300
7305
7310
7315
7320
7325
7330
7335
7340
7345
7350
7355
7360
7365
7370
7375
7380
7385
7390
7395
7400
7405
7410
7415
7420
7425
7430
7435
7440
7445
7450
7455
7460
7465
7470
7475
7480
7485
7490
7495
7500
7505
7510
7515
7520
7525
7530
7535
7540
7545
7550
7555
7560
7565
7570
7575
7580
7585
7590
7595
7600
7605
7610
7615
7620
7625
7630
7635
7640
7645
7650
7655
7660
7665
7670
7675
7680
7685
7690
7695
7700
7705
7710
7715
7720
7725
7730
7735
7740
7745
7750
7755
7760
7765
7770
7775
7780
7785
7790
7795
7800
7805
7810
7815
7820
7825
7830
7835
7840
7845
7850
7855
7860
7865
7870
7875
7880
7885
7890
7895
7900
7905
7910
7915
7920
7925
7930
7935
7940
7945
7950
7955
7960
7965
7970
7975
7980
7985
7990
7995
8000
8005
8010
8015
8020
8025
8030
8035
8040
8045
8050
8055
8060
8065
8070
8075
8080
8085
8090
8095
8100
8105
8110
8115
8120
8125
8130
8135
8140
8145
8150
8155
8160
8165
8170
8175
8180
8185
8190
8195
8200
8205
8210
8215
8220
8225
8230
8235
8240
8245
8250
8255
8260
8265
8270
8275
8280
8285
8290
8295
8300
8305
8310
8315
8320
8325
8330
8335
8340
8345
8350
8355
8360
8365
8370
8375
8380
8385
8390
8395
8400
8405
8410
8415
8420
8425
8430
8435
8440
8445
8450
8455
8460
8465
8470
8475
8480
8485
8490
8495
8500
8505
8510
8515
8520
8525
8530
8535
8540
8545
8550
8555
8560
8565
8570
8575
8580
8585
8590
8595
8600
8605
8610
8615
8620
8625
8630
8635
8640
8645
8650
8655
8660
8665
8670
8675
8680
8685
8690
8695
8700
8705
8710
8715
8720
8725
8730
8735
8740
8745
8750
8755
8760
8765
8770
8775
8780
8785
8790
8795
8800
8805
8810
8815
8820
8825
8830
8835
8840
8845
8850
8855
8860
8865
8870
8875
8880
8885
8890
8895
8900
8905
8910
8915
8920
8925
8930
8935
8940
8945
8950
8955
8960
8965
8970
8975
8980
8985
8990
8995
9000
9005
9010
9015
9020
9025
9030
9035
9040
9045
9050
9055
9060
9065
9070
9075
9080
9085
9090
9095
9100
9105
9110
9115
9120
9125
9130
9135
9140
9145
9150
9155
9160
9165
9170
9175
9180
9185
9190
9195
9200
9205
9210
9215
9220
9225
9230
9235
9240
9245
9250
9255
9260
9265
9270
9275

gerechten und betriebszustandabhängigen Verteilen des der Fahrzeugachse (29 oder 30) zugeführten Anteils des Antriebsmomentes in Fahrzeugquerrichtung zwischen zwei Antriebsrädern der Fahrzeugachse (29 oder 30) angeordnet ist.

5

18. Antriebsstrang nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungspfad zwischen der Antriebsquelle und den Fahrzeugachsen (29, 30) zum bedarfsgerechten und betriebszustandabhängigen Verteilen des Antriebsmomentes der Antriebsquelle zwischen den Fahrzeugachsen (29, 30) mit einer regelbaren Kupplung (22) ausgeführt ist.

10

19. Antriebsstrang nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungspfad zwischen der Antriebsquelle und den Fahrzeugachsen (29, 30) zum bedarfsgerechten und betriebszustandabhängigen Verteilen des Antriebsmomentes der Antriebsquelle zwischen den Fahrzeugachsen (29, 30) mit einer Einrichtung (22) ausgebildet ist, die bei Vorliegen einer Drehzahldifferenz zwischen den Fahrzeugachsen (29, 30) über ein Pumpensystem (32A) einen hydraulischen Druck aufbaut, mit dem miteinander in Reibeingriff bringbare Reibelemente (32B) derart beaufschlagbar sind, dass auf die beiden Fahrzeugachsen (29, 30) jeweils ein die Differenzdrehzahl reduzierendes Drehmoment aufbringbar ist.

15

20

25

30

20. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Leistungspfad einer Fahrzeugachse (29 oder 30) zum bedarfsgerechten und betriebszustandabhängigen Verteilen des einer Fahrzeugachse (29 oder 30) zugeführten Anteils des Antriebsmomentes in Fahrzeugquerrichtung zwischen zwei An-

triebsrädern der Fahrzeugachse (29 oder 30) eine geregelte Differentialssperre (35) angeordnet ist.

- 5 21. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 17 bis 20,
dadurch gekennzeichnet, dass der Leis-
tungspfad einer Fahrzeugachse (29 oder 30) zum Verteilen
des einer Fahrzeugachse (29 oder 30) zugeführten Anteils
des Antriebsmomentes in Fahrzeugquerrichtung zwischen zwei
10 Antriebsrädern der Fahrzeugachse (29 oder 30) mit einem
offenen Differential (33) ausgeführt ist.

Zusammenfassung

Getriebevorrichtung und Verfahren zum Steuern und Regeln
einer Getriebevorrichtung

Es wird eine Getriebevorrichtung (1) zum Verteilen eines Antriebsmomentes auf wenigstens zwei Abtriebswellen (7, 8) mit mindestens zwei wenigstens dreiwelligen Planetensätzen (2, 3) beschrieben. Dabei ist jeweils eine Welle (4 bzw. 5) eines Planetensatzes (2 bzw. 3) mit einer Antriebswelle (6) verbunden ist und jeweils eine zweite Welle eines Planetensatzes (2 oder 3) eine der Abtriebswellen (7 oder 8). Darüber hinaus steht jeweils eine dritte Welle (9, 10) der Planetensätze (2, 3) derart mit einer Bremse in Wirkverbindung, dass ein Verteilungsgrad des Antriebsmomentes zwischen den beiden Abtriebswellen (7, 8) in Abhängigkeit der Übertragungsfähigkeiten der Bremsen variiert. Zusätzlich wird ein Verfahren zum Steuern und Regeln der erfundungsgemäßen Getriebevorrichtung beschrieben, bei dem zur Verteilung eines Antriebsmomentes einer Antriebsmaschine zwischen den beiden Abtriebswellen (7, 8) der Getriebevorrichtung die Übertragungsfähigkeiten der beiden Bremsen derart eingestellt werden, dass eine Bremse einen synchronen Zustand aufweist und die Übertragungsfähigkeit der anderen Bremse zwischen einem unteren Grenzwert und einem oberen Grenzwert, der einem geschlossen Zustand der Bremsen entspricht, variiert wird.

30

Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)